



A New Method of Time-Discretization for Nonlinear Systems

著者	Nguyen Van Triet
発行年	2015
その他のタイトル	非線形システムの離散時間化手法の提案
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2014
報告番号	12102甲第7303号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00125945

氏 名 (本籍)	Nguyen Van Triet
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 7303 号
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科
学位論文題目	A New Method of Time-Discretization for Nonlinear Systems (非線形システムの離散時間化手法の提案)
主 査	筑波大学 教授 Ph. D. (工学) 堀 憲之
副 査	筑波大学 教授 工学博士 藪野 浩司
副 査	筑波大学 准教授 博士 (情報科学) 望山 洋
副 査	筑波大学 准教授 博士 (工学) 若槻 尚斗
副 査	筑波大学 准教授 博士 (工学) 延原 肇

論 文 の 要 旨

本論文では、非線形デジタル制御系のモデルベース設計に必要な、非線形離散時間モデルの導出のための新手法を提案する。連続時間関数の離散時間化の定義を吟味して、その逆操作である連続時間化を提案し、離散時間系がある意味で厳密となるための十分条件を導出した。この条件式を厳密に解いた場合は厳密離散時間モデルが得られ、これまでに知られている線形系や一部の非線形系の厳密離散時間モデルに一致することが示された。また、この条件式の近似解を得ることにより、新しいクラスの離散時間近似モデルを統一的に得ることが可能になった。連続時間系の平衡点の安定性や不安定性が離散時間化後の系に継承されることや、非線形フィードバック制御系設計への適用なども検証されている。多くの文献で用いられている非線形系のシミュレーションにより、提案手法は精度が高いオンライン計算可能な離散時間モデルであることが示されている。対象とした非線形系はまず自律系、続いて特殊な非自律系、その後更に一般的な非自律系であり、ヤコビアンが存在するという条件さえ満たされていれば適用可能である。

審 査 の 要 旨

【批評】

計算機の利用を前提とする非線形制御系の設計において不可避な問題である「非線形微分方程式のオンライン計算可能な離散時間化」問題に対して、これまでとは異なる視点から取り組んだ研究である。デルタ形式を用いることで明らかになった離散時間積分ゲインを用いたモデル表現、逆操作である連続時間化という概念を利用した離散時間化手法、リカッチ形式の厳密離散時間化手法を用いたモデル精度の向上法などの新しいアイデアを提案した。これらの手法はヤコビアンが存在する条件が満たされれば一般的な非自律系にも適用可能である。従来の高性能な手法は限定された形の非自律系にのみ適用可能であるが、本手法は対象が非常に広いことも特徴であり、提案手法は多くの非線形デジタル制御系設計に貢献できる。これにより従来のモデルよりも高精度なオンライン離散時間モデル化が可能となり、非線形デジタル制御の実装・実用化に大きく貢献すると考えられる。これらの成果は制御分野においては国際的に評価の高い雑誌論文と国際会議論文として公表済みである。

【最終試験の結果】

平成27年1月22日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。